



⑮ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 01 754 A 1**

⑤ Int. Cl.⁵:
C 21 D 8/02
C 22 C 38/40

⑲ Aktenzeichen: P 43 01 754.1
⑳ Anmeldetag: 23. 1. 93
㉑ Offenlegungstag: 28. 7. 94

DE 4301754 A 1

⑦ Anmelder:
Rexnord Kette GmbH & Co KG, 57518 Betzdorf, DE

⑦A Vertreter:
König, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Bergen, K., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 40219 Düsseldorf

⑦Z Erfinder:
Kluge, Ehrhard, 5908 Neunkirchen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Herstellen von warmgewalztem Stahlband mit eingestellter Festigkeit

⑤7 Bei einem Verfahren zum Herstellen von warmgewalztem Stahlband mit eingestellter Festigkeit wird ein Stahl mit 0,04 bis 0,08% Kohlenstoff, höchstens 1% Silizium, höchstens 1% Mangan, 13 bis 18% Chrom, höchstens 2% Nickel, Rest Karbidbildner und Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen erschmolzen, der tatsächliche Karbidbildnergehalt innerhalb der vorgegebenen Gehaltsgrenzen festgestellt, ein Walzübermaß für ein anschließendes Warmwalzen in Abhängigkeit vom tatsächlichen Karbidbildnergehalt festgelegt, das Warmband bei einer Temperatur von 920 bis 1050°C lösungsgeglüht sowie auf ein ferritisch-martensitisches Gefüge abgeschreckt und bis auf die vorgegebene Enddicke kaltgewalzt.

DE 4301754 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Ferritische Chromstähle haben sich angesichts ihres im Vergleich zu austenitischen Nickel-Chrom-Stählen geringeren Preises und ihrer hohen Festigkeit bei ausreichender Zähigkeit in vielfältiger Hinsicht bewährt; sie dienen insbesondere als Werkstoff für Scharnierbandketten, wie sie bei Plattenbandförderern für verunreinigungsempfindliches und korrodierendes Gut, beispielsweise in Getränke-Abfüllanlagen, zur Verwendung kommen.

Die Ketten bzw. deren Plattenglieder müssen verschleißfest und bruchstark sein, aber auch eine ausreichende Kaltverformbarkeit besitzen, um Flachmaterialzuschnitte durch Kalteinrollen entsprechend geformter Lappen mit Scharnieraugen für die Aufnahme eines jeweils zwei benachbarte Plattenglieder miteinander verbindenden Gelenkbolzens versehen zu können.

Da derartige Scharnierbandketten im Betrieb einer hohen mechanischen und korrosiven Beanspruchung unterliegen, kommt der Wahl des Werkstoffs und dessen Behandlung eine entscheidende Bedeutung zu. Dabei kommt es darauf an, bei einem Werkstoff — üblicherweise Stahl — mit hinreichender Korrosionsbeständigkeit die mechanischen Eigenschaften wie Streckgrenze, Härte und Dauerfestigkeit möglichst genau und richtungsunabhängig einzustellen, um einerseits Schwierigkeiten bei der Verarbeitung zu Plattengliedern zu vermeiden und andererseits ein optimales Betriebsverhalten zu gewährleisten.

Bekannt ist aus der deutschen Offenlegungsschrift 31 05 891 bereits ein ferritisch-perlitischer Stahl mit bis 0,1% Kohlenstoff, bis 1% Silizium, bis 1% Mangan, 13,0 bis 15,8% Chrom, 0,8 bis 3,0% Nickel, bis 1,5% Molybdän, bis 0,6% Titan, Rest Eisen mit üblichen Begleitelementen und der Maßgabe, daß der Summengehalt von Chrom und Molybdän mindestens 14,3% beträgt. Dieser Stahl wird nach einem üblichen Kaltwalzen und Glühen mit einem Verformungsgrad von 10 bis 25% kalt nachgewalzt und auf diese Weise eine 0,2-Streckgrenze von 600 bis 700 N/mm², eine Zugfestigkeit von 650 bis 750 N/mm², eine Bruchdehnung von 7 bis 12% eingestellt; er läßt sich auf eine Festigkeit von mindestens 1000 N/mm² hartziehen.

Des weiteren beschreibt die deutsche Offenlegungsschrift 39 36 072 einen nicht rostenden ferritisch-martensitischen Chromstahl mit 0,03 bis 0,07% Kohlenstoff, höchstens 1% Silizium, höchstens 1% Mangan, 13 bis 18% Chrom und höchstens 2% Nickel, Rest schmelzungsbedingte Verunreinigungen, der als Warmbrand nach einem Lösungsglühen und einem Abschrecken auf ein ferritisch-martensitisches Zwei-Phasen-Gefüge mit beispielsweise 50% Martensit infolge einer sehr geringen Korngröße eine Zugfestigkeit von mindestens 800 N/mm², eine Härte von etwa 105 bis 107 HRB sowie eine hohe Zähigkeit besitzt, die ein freies Biegen mit einem Biegeradius bis 0 im Faltversuch erlaubt.

Von besonderem Vorteil ist bei diesem bekannten Chrom-Stahl die Tatsache, daß sich die vorerwähnte Eigenschaftskombination ohne ein Kaltwalzen erreichen läßt, wenngleich sich ein abschließendes Kaltwalzen mit geringem Verformungsgrad, beispielsweise einer Dickenabnahme bis 10% als vorteilhaft erweist.

Obgleich sich der in der vorerwähnten Weise zusammengesetzte und wärmebehandelte Stahl in der Praxis außerordentlich bewährt hat, fehlt es ihm unter dem Gesichtspunkt einer Optimierung sowohl hinsichtlich seiner Verarbeitung als auch des Betriebsverhaltens

noch an einer ausreichenden Treffsicherheit.

Sowohl für die Verarbeitung als auch für das Betriebsverhalten ist es nämlich entscheidend, mit welcher Toleranz sich die gewünschte Enddicke und die vorgegebene Festigkeit erreichen lassen, da Abweichungen bei diesen beiden kritischen Größen zu Schwierigkeiten beim Weiterverarbeiten des Bandes beispielsweise durch Stanzen und Formen sowie bei der Verwendung der Fertigteile führen. So werden beispielsweise die Plattenglieder einer Scharnierbandkette, wie sie beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift 39 36 072 bekannt sind, in der Weise hergestellt, daß aus dem warmgewalzten und gegebenenfalls zusätzlich noch mit geringer Dickenabnahme kaltgewalzten Band zunächst Zuschnitte ausgestanzt werden. Die Zuschnitte besitzen an einer Seite zwei Lappen und an der gegenüberliegenden Seite einen Lappen; diese Lappen werden zu Scharnieraugen eingerollt und unterliegen dabei einer erheblichen Kaltverformung, die bei einer zu hohen Festigkeit und dementsprechend geringerer Zähigkeit zu Kantenrissen und Orangenhaut führen kann. Des weiteren kommt es in Abhängigkeit von der Festigkeit zu einer Rückfederung der eingerollten Lappen. Diese Rückfederung ist umso stärker, je höher die Festigkeit ist, ohne daß es Maßnahmen gibt, sie auszugleichen, weil die Werkstofffestigkeit nicht konstant ist. Die Folge davon sind nicht nur unterschiedliche Plattenabmessungen in Ketten- bzw. Transportrichtung, sondern auch Augenmittellachsen, die bezogen auf die Plattenebene nicht mehr in einer Höhe liegen, sowie unterschiedliche Augendurchmesser.

Dies alles führt zu einer Beeinträchtigung des Betriebsverhaltens; denn die Maßabweichungen der Kettenglieder von beispielsweise bis 10 mm/m addieren sich über die Kettenlänge zu erheblichen Beträgen, die dazu führen können, daß die Kette nicht mehr normgemäß ist; denn die Norm verlangt eine Längentoleranz von höchstens 0,4%. unterschiedliche Mittelachsen der Scharnieraugen führen hingegen dazu, daß die betreffende Platte in der Kette bzw. in ihren Führungen beim Betrieb eine Schiefelage einnimmt, was zu Betriebsstörungen führt, beispielsweise zum Umfallen von Flaschen in Abfüllbetrieben. Derartige Betriebsstörungen sind angesichts der außerordentlich hohen Abfüllgeschwindigkeiten mit erheblichen Kosten sowie mit einer Verschmutzung des betreffenden Förderers durch auslaufendes Abfüllgut verbunden.

Ein weiterer mit dem nicht beherrschbaren Rückfedern der Augenlaschen verbundener Nachteil besteht darin, daß sich in Abhängigkeit vom Rückfederungsmaß unterschiedliche Augendurchmesser ergeben, so daß es bei zu geringem Durchmesser nicht möglich ist, den Scharnierbolzen in den beiden außen liegenden Scharnieraugen unterzubringen, während der Scharnierbolzen bei zu großem Durchmesser ein zu großes Spiel besitzt. Auch dieses Spiel kann sich über die Kettenlänge zu einer unzulässigen Abweichung vom Normmaß addieren; darüber hinaus bewirkt es einen verstärkten Verschleiß und eine zusätzliche Lärmbelastigung im Betrieb.

Beim Stanzen hängt sowohl die Standzeit des Werkzeugs als auch die Qualität des gestanzten Zuschnitts von der Festigkeit ab; denn der Spalt zwischen Matrize und Matrize muß bekanntlich der Werkstofffestigkeit entsprechen; ist dies nicht der Fall, dann ist ein gratfreies Stanzen nicht möglich. Demzufolge ist bei einer Festigkeitsabweichung von über ± 50 N/mm² ein zeit- und kostenaufwendiges Anpassen des Stanzwerkzeugs

erforderlich.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Lehre der deutschen Offenlegungsschrift 39 36 072 so weiterzuentwickeln, daß sich die für das Verarbeitungs- und das Betriebsverhalten kritische Festigkeit mit geringer Toleranz einstellen bzw. mit einfachen Maßnahmen auch korrigieren läßt.

Die Lösung dieser Aufgabe basiert auf der Erkenntnis, daß bei einem ferritisch-martensitischen Stahl für den Martensitanteil und damit die Festigkeit des wärmebehandelten Stahls der Gehalt an freiem Kohlenstoff maßgebend ist. Dieser läßt sich jedoch in Anwesenheit von Karbidbildnern niemals genau einstellen, weil sich die üblichen Karbidbildner nicht nur mit dem Kohlenstoff, sondern auch mit dem in jeder Stahlschmelze vorhandenen Sauerstoff und Stickstoff umsetzen. Je nach dem Sauerstoff- und dem Stickstoffgehalt der Schmelze stehen daher für die Karbidbildung entsprechend unterschiedliche Mengen an Karbidbildnern zur Verfügung. Demgemäß ist die Karbidmenge und damit der Gehalt an freiem Kohlenstoff nicht nur von der Menge der Karbidbildner, sondern auch von den Gehalten an Sauerstoff und Stickstoff abhängig. Das führt zu entsprechenden Schwankungen der Endfestigkeit nach einem Warmwalzen, Lösungsglühen und Abschrecken auf ein ferritisch-martensitisches Zwei-Phasen-Gefüge.

Dem wirkt die Erfindung dadurch entgegen, daß beim Warmwalzen mit einem gewissen Übermaß gewalzt wird, das eine Dickenreserve schafft, die ein anschließendes Kaltwalzen erforderlich macht. Mit Hilfe dieses Kaltwalzens läßt sich dann die vorgegebene Endfestigkeit sehr genau einstellen.

Welches Übermaß im Einzelfall erforderlich ist, hängt von der Art des jeweiligen Karbidbildners ab und läßt sich durch einfache Versuche feststellen, bei denen der Zusammenhang zwischen dem tatsächlichen Karbidbildnergehalt oder auch — was schwieriger ist — dem Gehalt an freiem Kohlenstoff innerhalb der vorgegebenen Gehaltsgrenzen und der für die gewünschte Endfestigkeit notwendigen Dickenabnahme beim Kaltwalzen ermittelt wird. Dabei ergibt sich ein etwa linearer Zusammenhang zwischen dem Karbidbildnergehalt und der notwendigen Dickenabnahme bzw. dem ihr entsprechenden Übermaß.

Im einzelnen besteht die Lösung der obenerwähnten Aufgabe in einem Verfahren zum Herstellen von Stahlband mit eingestellter Festigkeit, bei dem ein Stahl mit 0,04 bis 0,06% Kohlenstoff, höchstens 1% Silizium, höchstens 1% Mangan, 13 bis 18% Chrom, höchstens 2% Nickel, Rest Karbidbildner und Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen erschmolzen, der tatsächliche Gehalt an Karbidbildnern oder der Gehalt an freiem Kohlenstoff innerhalb des vorgegebenen Gehaltsbereichs festgestellt, das Walzübermaß für das anschließende Warmwalzen in Abhängigkeit vom tatsächlichen Karbidbildner- oder Kohlenstoffgehalt festgelegt, das Band nach dem Warmwalzen bei einer Temperatur von 920 bis 1050°C gegläht sowie auf ein ferritisch-martensitisches Gefüge abgeschreckt und auf die vorgegebene Enddicke kaltgewalzt wird. Die Glühzeit beträgt vorzugsweise 10 bis 60 min, beispielsweise 15 bis 30 min.

Die Dicke des Warmbandes schließt das sich aus dem tatsächlichen Gehalt an Karbidbildnern oder freiem Kohlenstoffgebende Übermaß ein, das beim Kaltwal-

zen bis auf die Enddicke diejenige Kaltverfestigung mit sich bringt, die zum Erreichen der gewünschten Endfestigkeit erforderlich ist.

Somit ändert sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mit dem Gehalt an freiem Kohlenstoff bzw. Karbidbildnern innerhalb der vorgegebenen Gehaltsgrenzen auch das Übermaß und demgemäß auch die Dickenabnahme beim Kaltwalzen, die alleine dazu dient, das Übermaß auszugleichen und die Festigkeit trotz Analysenschwankungen auf einen gleichbleibenden Wert einzustellen. Das Kaltwalzen dient daher zur analysenabhängigen Festigkeitskorrektur bei einem warmgewalzten Band.

Wenn es beim Warmwalzen zu Abweichungen von der in Abhängigkeit vom Karbidbildnergehalt festgelegten Solldicke (Enddicke plus Übermaß) kommt, ergibt sich eine weitere Korrekturmöglichkeit, wenn nach dem Warmwalzen erfindungsgemäß die Istdicke des Warmbandes gemessen und das Warmband alsdann mit einer von der Dickenabweichung abhängigen Temperatur gegläht sowie alsdann in der erwähnten Weise abgeschreckt und auf die vorgegebene Enddicke kaltgewalzt wird.

Auf diese Weise gelingt es durch ein gezieltes Einstellen des Übermaßes beim Warmwalzen für jede einzelne Charge und ein Lösungsglühen — gegebenenfalls bei einer in Abhängigkeit von der Dickenabweichung des Warmbandes innerhalb eines vorgegebenen Temperaturbereichs gewählten — Glühtemperatur Ausgangsbedingungen für das abschließende Kaltwalzen auf die Enddicke zu schaffen, die es erlauben, im Wege einer dosierten Kaltverfestigung die gewünschte Endfestigkeit mit hoher Genauigkeit, zumindest aber mit einer Toleranz von $\pm 50 \text{ N/mm}^2$ einzustellen.

Enthält der Stahl beispielsweise 0,25 bis 0,35% Titan, dann errechnet sich das Walzübermaß in mm nach der folgenden Gleichung:

$$\bar{U} = 6,5 \cdot \text{Ti} - 1,4$$

und die Glühtemperatur in Abhängigkeit von der Dickenabweichung beim Warmwalzen nach der Gleichung:

$$T = -375 \cdot \text{DA} + 1050 \text{ in } ^\circ\text{C}.$$

In den beiden Gleichungen bedeutet \bar{U} das Übermaß beim Warmwalzen, das der notwendigen Dickenabnahme beim Kaltwalzen entspricht, DA die Dickenabweichung (Abweichung von der Solldicke, die der Enddicke plus Übermaß entspricht), T die Glühtemperatur und Ti der prozentuale Titangehalt.

Ähnliche Gleichungen lassen sich aufgrund einfacher Versuche für andere Karbidbildner wie Wolfram, Molybdän, Vanadium, Titan, Niob und Tantal aufstellen.

Ein solchermaßen zusammengesetzter und behandelter Stahl eignet sich insbesondere als Werkstoff für Scharnierband- oder Rollenketten.

Die Erfindung benutzt somit die Erkenntnis, daß zwischen dem Gehalt an freiem Kohlenstoff bzw. dem Karbidbildnergehalt, der Dickenabnahme beim Kaltwalzen und der Glühtemperatur einerseits sowie der Endfestigkeit ein Zusammenhang besteht, der es erlaubt, die gewünschte Festigkeit auch dann gleichbleibend zu erreichen, wenn es — aus welchen Gründen auch immer — beim Herstellen des Stahls zu Schwankungen der Karbidbildnergehalte innerhalb der vorgegebenen Gehaltsgrenzen kommt. Das erfindungsgemäße Einstellen der Festigkeit mit Hilfe der analysengesteuerten Dickenab-

nahme beim Kaltwalzen in Abhängigkeit und gegebenenfalls auch der Temperatur des Lösungsglühens in Abhängigkeit von der tatsächlichen Dickenabnahme beim Kaltwalzen (entsprechend dem tatsächlichen Übermaß) verhindert so Fehlchargen und ergibt einen Werkstoff, der sich durch ein sehr feines Gefügekorn, eine hohe Streckgrenze, eine von Charge zu Charge gleichbleibende Festigkeit, eine hohe Kaltverformbarkeit und nahezu gleiche mechanische Eigenschaften in Längs- und Querrichtung auszeichnet.

Demgemäß braucht der Werkstoff nicht chargenweise auseinandergehalten zu werden. Das hohe Gleichmaß der Werkstoffeigenschaften erlaubt eine problemlose Weiterbearbeitung ohne ein Anpassen der Werkzeuge beim Stanzen der Zuschnitte für die Plattenglieder. Darüber hinaus verringert sich die Zahl der Werkstoffprüfungen und demgemäß auch die Menge des damit verbundenen Prüfschrotts erheblich und ergeben sich Ketten mit gleichmäßiger Länge und hoher Planheit. Dies führt im Betrieb zu einem störungs- und geräuscharmen Lauf mit geringem Schmierstoffverbrauch und hoher Lebensdauer bei hoher Belastbarkeit.

Der Stahl für das erfindungsgemäße Verfahren enthält vorzugsweise höchstens 0,035% Phosphor, 0,025% Schwefel, 0,02 bis 0,04% Stickstoff bei mindestens 0,04% Kohlenstoff und Stickstoff.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen des näheren erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine grafische Darstellung der Festigkeitszunahme in Abhängigkeit von der Dickenabnahme beim Kaltwalzen für Stähle der erfindungsgemäßen Zusammensetzung,

Fig. 2 den Zusammenhang zwischen dem Titangehalt des fertigen Stahls und dem notwendigen Übermaß beim Warmwalzen bzw. der notwendigen Dickenabnahme beim korrigierenden Kaltwalzen und

Fig. 3 die notwendige Lösungsglühtemperatur in Abhängigkeit von Dickenabweichungen beim Warmband.

Wie sich aus dem Diagramm der Fig. 1 ergibt, besteht bei einem erfindungsgemäß zusammengesetzten und in herkömmlicher Weise, d. h. unspezifisch warmgewalzt und wärmebehandelten Stahl kein Zusammenhang zwischen der Dickenabnahme beim Kaltnachwalzen und der damit verbundenen Festigkeitserhöhung. So ergeben sich ohne Berücksichtigung des tatsächlichen Titangehalts innerhalb des zulässigen Bereichs von 0,25 bis 0,35% beispielsweise im Falle einer Dickenabnahme von 0,3 mm beim Kaltwalzen drei unterschiedliche Festigkeitserhöhungen, und zwar von 80, 90 und 100 N/mm², während sich eine Festigkeitserhöhung von 100 N/mm² bei Dickenabnahmen von 0,3 bis 0,7 mm erreichen läßt.

Hingegen ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Stahl im Bereich seines Titangehalts von 0,25 bis 0,35% stets dieselbe Festigkeit, wenn mit Hilfe des tatsächlichen Titangehalts des fertigen Stahls aufgrund der Diagramme der Fig. 2, die Dickenabnahme beim Kaltwalzen und gegebenenfalls gemäß Fig. 3 die Glühtemperatur beim Lösungsglühn eingestellt wird. Die Dickenabnahme und die Glühtemperatur brauchen nicht punktgenau eingehalten zu werden; vielmehr sind Abweichungen von $\pm 25^\circ\text{C}$ und $\pm 0,10$ mm möglich, ohne daß sich eine signifikante Änderung der Festigkeit ergibt.

Demgemäß erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren eine Festigkeitskorrektur sowohl beim Lösungsglühn als auch beim Kaltwalzen. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens läßt sich daher stets dieselbe Festig-

keit erreichen, und zwar unabhängig von dem Titangehalt innerhalb der erfindungsgemäßen Grenzen von 0,25 bis 0,35%. Daraus ergibt sich, daß beim Erschmelzen des Stahls lediglich diese Gehaltsgrenzen eingehalten zu werden brauchen; auf den tatsächlichen Titangehalt kommt es hingegen nicht an, weil die gewünschte einheitliche Endfestigkeit aufgrund des tatsächlichen Titangehalts beim Kaltwalzen eingestellt wird. Dickenabweichungen beim Warmwalzen lassen sich zudem durch die Wahl der Glühtemperatur innerhalb des vorgegebenen Rahmens von etwa 920°C bis 1050°C ausgleichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von warmgewalztem Stahlband mit eingestellter Festigkeit, bei dem ein Stahl mit

- 0,04 bis 0,06% Kohlenstoff, höchstens 1% Silizium, höchstens 1% Mangan, 13 bis 18% Chrom, höchstens 2% Nickel, Rest Karbidbildner und Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen erschmolzen,
- der tatsächliche Karbidbildnergehalt innerhalb der vorgegebenen Gehaltsgrenzen festgelegt,
- ein Walzübermaß für ein anschließendes Warmwalzen in Abhängigkeit vom tatsächlichen Karbidbildnergehalt festgelegt,
- das Warmband bei einer Temperatur von 920 bis 1050°C lösungsgeglüht sowie
- auf ein ferritisch-martensitisches Gefüge abgeschreckt und
- bis auf die vorgegebene Enddicke kaltgewalzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Istdicke des Warmbandes gemessen und das Warmband mit einer von der Dickenabweichung abhängigen Temperatur innerhalb des Temperaturbereichs von 920 bis 1050°C lösungsgeglüht sowie anschließend abgeschreckt und kaltgewalzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Walzübermaß beim Warmwalzen in mm nach der Gleichung

$$U = 6,5 \cdot Ti - 1,4$$

festgelegt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Glühtemperatur nach der Gleichung

$$T = -375 \cdot DA + 1050 \text{ in } ^\circ\text{C}$$

bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4 unter Verwendung eines Stahls mit höchstens 0,35% Titan.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 unter Verwendung eines Stahls mit höchstens 0,035% Phosphor, höchstens 0,025% Schwefel, 0,02 bis 0,04% Stickstoff, mindestens 0,04% Kohlenstoff und Stickstoff.

7. Verwendung eines nach dem Verfahren der Ansprüche 1 bis 6 hergestellten Kaltbandes als Werkstoff zum Herstellen von Scharnierband- oder Rollenketten.

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 1

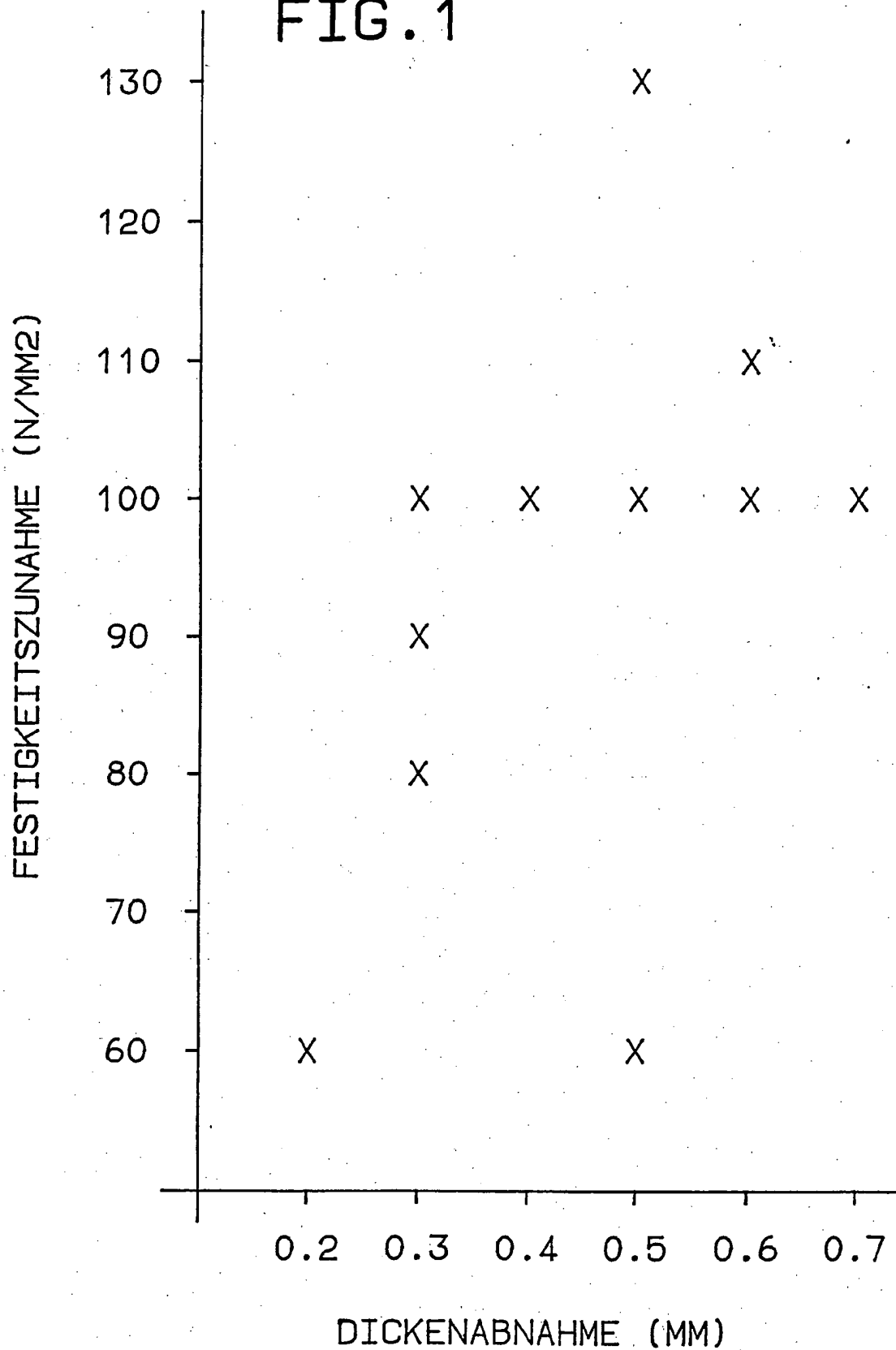


FIG. 2

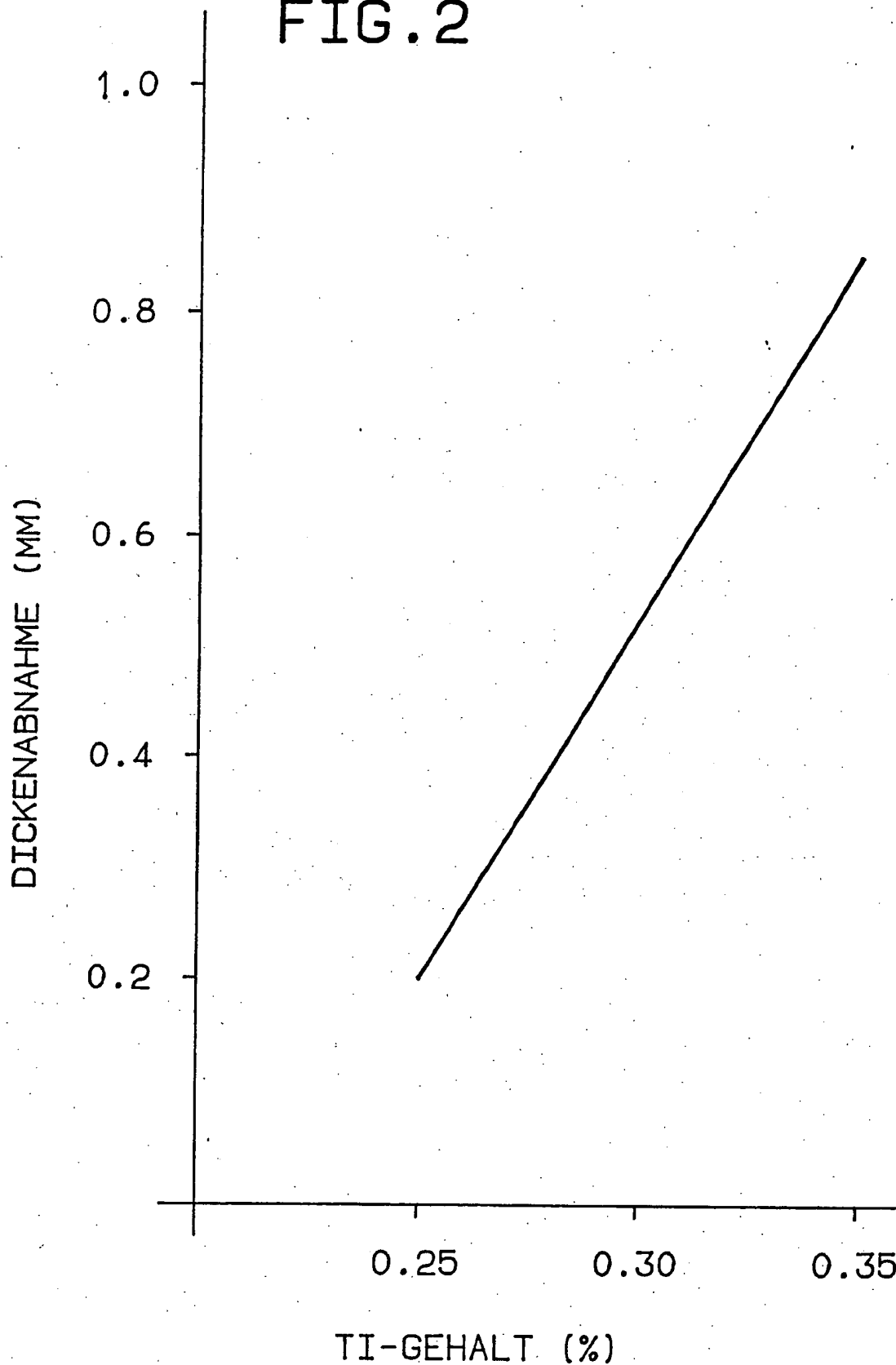
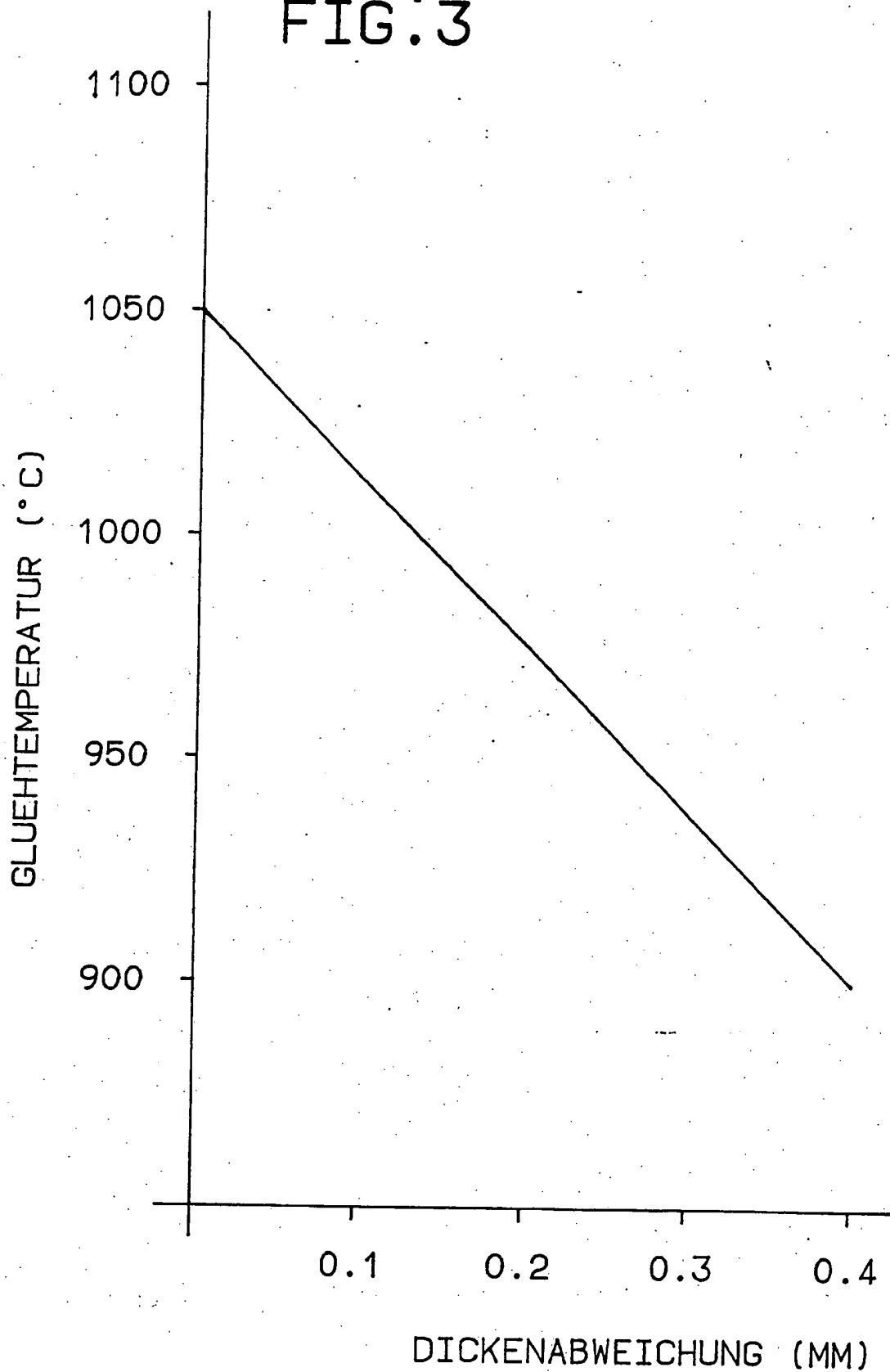


FIG. 3



BEST AVAILABLE COPY